پژوهش‌های حبوبات ایران
سال(دوره)۱۱ شمارهٔ۱، نیمهٔ اوّل ۱۳۹۹
صفحهٔ ۱۸۶-۱۷۶، نوع مقاله: پژوهشی

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 11, No. 1, 2020, p. 176-186 (Research Article)
DOI: 10.22067/ijpr.v11i1.72920

ارزیابی تأثیر پرایمینگ و مدت آن بر خصوصیات جوانه‌زنی دو ژنوتیپ عدس (*Lens culinaris* Medic.) در شرایط آزمایشگاهی

سیدجلال آذری[1]، مهدی پارسا[2]*، احمد نظامی[3]، رضا توکل افشاری[4] و جعفر نباتی[5]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد؛ sjamnt@gmail.com
۲- دانشیار گروه اگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی و عضو پیوستهٔ گروه پژوهشی بقولات پژوهشکدهٔ علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استاد گروه اگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی و عضو پیوستهٔ گروه پژوهشی بقولات پژوهشکدهٔ علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد؛ nezami@um.ac.ir
۴- استاد گروه اگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد؛ tavakolafshari@um.ac.ir
۵- استادیار گروه پژوهشی بقولات پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد، nabati@um.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۲۸

چکیده

با توجه به رشد روزافزون جمعیت و محدودیت منابع پروتئین حیوانی، اهمیت منابع پروتئین گیاهی خصوصاً حبوبات، ازجمله عدس در تأمین پروتئین موردنیاز انسان و نقش آن در تنظیم جیره غذایی ضروری به‌نظر می‌رسد. پرایمینگ بذر یک روش ساده قبل از جوانه‌زنی برای بهبود سبزشدن و کاهش اثرات عوامل تنش‌زا می‌باشد. به‌منظور تعیین مناسب‌ترین تیمار پرایمینگ و زمان آن بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر و گیاهچه عدس (*Lens culinaris* Medic.) آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه فیزیولوژی تنش‌های محیطی پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا گردید. تیمارها شامل دو ژنوتیپ عدس (رباط و کالپوش)، شش سطح پرایمینگ [شاهد (عدم پرایمینگ)، اسید جیبرلیک ($C_{19}H_{22}O_6$) ۱۰۰میلی‌گرم در لیتر، نیترات پتاسیم (KNO_3) ۵۰۰میلی‌گرم در لیتر، سولفات روی ($ZnSO_4$) ۱۰۰میلی‌گرم در لیتر، محلول آبنوش بذر دایان چهار میلی‌لیتر در یک لیتر آب و هیدروپرایمینگ] و مدت پرایمینگ (۷ و ۱۶ساعت) بودند. درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، بنیه بذر بر مبنای وزن‌خشک گیاهچه و طول گیاهچه، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، طول گیاهچه، وزن‌خشک ریشه‌چه، وزن‌خشک ساقه‌چه و وزن‌خشک گیاهچه مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج آزمایش نشان داد که ژنوتیپ رباط در تمامی صفات به‌جُز وزن‌خشک ریشه‌چه و گیاهچه برتری معنی‌داری نسبت به ژنوتیپ کالپوش داشت. همچنین بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی در تیمار شاهد (عدم پرایمینگ) مشاهده شد، اما تفاوت معنی‌داری با تیمار پرایمینگ سولفات روی نداشت. نتایج حاصل از اثر ساده مدت پرایمینگ نشان داد که مدت زمان هفت‌ساعت پرایمینگ تأثیر بیشتری در مقایسه با مدت زمان ۱۶ساعت روی صفات ارزیابی‌شده داشته است. می‌توان نتیجه گرفت که بذر ژنوتیپ رباط از بنیه و وضعیت بهتری نسبت به ژنوتیپ کالپوش برخوردار بود و به‌طورکلی می‌توان بیان کرد که صفات تعداد کل بذور جوانه‌زده، سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه ، طول گیاهچه و بنیه بذر در ژنوتیپ رباط و صفات وزن‌خشک ریشه‌چه، وزن‌خشک ساقه‌چه و وزن‌خشک گیاهچه در ژنوتیپ کالپوش برتر بودند.

واژه‌های کلیدی: آبنوش بذر، بنیه بذر، پروتئین گیاهی، حبوبات

مقدمه

حبوبات پس از غلات به‌عنوان دومین منبع غذایی انسان، عمده‌ترین منبع پروتئین گیاهی محسوب می‌شوند. حبوبات گیاهانی از خانواده نخود (لگومینوز) هستند که دارای ۱۶۰۰۰ تا ۱۹۰۰۰گونه و تقریباً ۷۵۰جنس هستند. بذور رسیده و خشک بقولات دارای ارزش غذایی زیاد و قابلیت نگهداری خوبی هستند و در رژیم غذایی بیشتر مردم جهان نقش مهمی را ایفا می‌کنند (Majnoon Hosseini, 1994). عدس (*Lens culinaris* Medic.) یکی از قدیمی‌ترین منابع غذایی بشر است که به‌دلیل سهولت هضم و محتوای پروتئین بالا، در بین حبوبات دارای اهمیت خاصی است (Asgharian, 1998). عدس به‌عنوان یکی از بقولات دانه‌ای مهم، در بسیاری از نقاط جهان کاشت می‌شود. این گیاه نقش مهمی در بهبود سلامت انسان، حیوانات و خاک دارد

*نویسنده مسئول: parsa@um.ac.ir

(Grusak, 2009). عدس یکی از حبوبات اصلی در کشورهای درحال‌توسعه است که می‌تواند به‌همراه غلات به‌عنوان مکمل غذایی به‌ویژه در الگوی غذایی اقشار کم‌درآمد گنجانده شود (FAO, 2013). جوانه‌زنی بذر معمولاً بحرانی‌ترین عامل تعیین کننده موفقیت یا شکست استقرار گیاه است (Kader & Jutzi, 2004).

نتایج تحقیقات حاکی از آن است که می‌توان با استفاده از تیمارهای افزایش‌دهنده قدرت بذر به جوانه‌زنی سریع، ظهور یکنواخت و استقرار قوی گیاه دست یافت (Farooq *et al.*, 2006; Ashraf & Foolad, 2005). از جمله مهم‌ترین تیمارهای افزایش‌دهنده قدرت جوانه‌زنی بذور می‌توان به پرایمینگ اشاره نمود. پرایمینگ به تعدادی از روش‌های مختلف بهبوددهنده بذور اطلاق می‌شود که در تمامی آن‌ها آب دهی کنترل‌شده بذر اعمال می‌شود. در پرایمینگ اجازه داده می‌شود که بذرها مقداری آب جذب کنند، به‌طوری‌که مراحل اولیه جوانه‌زنی انجام شود، اما ریشه‌چه خارج نشود. به‌عبارت دیگر، بذرها تا مرحله دوم جذب آب پیش می‌روند، اما وارد مرحله سوم (خروج ریشه‌چه) نمی‌شوند. بعد از پرایمینگ تیمارها، بذرها خشک و همانند بذرهای تیمارنشده ذخیره و کشت می‌شوند (McDonald, 1999). به‌طورکلی بذرهای پرایم شده نسبت به پرایم‌نشده جوانه‌زنی سریع‌تر و یکنواخت‌تری دارند (Soughir *et al.*, 2013). هیدروپرایمینگ ساده‌ترین روش برای افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی و یکنواختی استقرار تحت شرایط تنش به‌ویژه مناطق خشک می‌باشد (Berchie *et al.*, 2010). گزارش شده است که پرایمینگ با نیترات پتاسیم باعث افزایش وزن۱۰۰دانه، عملکرد دانه، زیست‌توده و شاخص برداشت گیاهچه‌های عدس شده است (Pakbaz *et al.*, 2014). در تحقیقی که روی بذر هیبرید آفتابگردان (*Helianthus annuus*) صورت گرفت، نتایج حاکی از آن بود که تهییج با محلول نمک نیترات پتاسیم برای ۱۲ساعت، بر روی استقرار گیاهچه، عملکرد و مقدار بذر هیبرید آفتابگردان به‌طور معنی‌داری تأثیر گذاشت و زمان جوانه‌زنی را ۵۰درصد کاهش داد (Mubshar *et al.*, 2006). در آزمایشی که روی پرایمینگ بذور ذرت (*Zea mays*) صورت گرفت، مشاهده شد که پرایمینگ بذور باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی گردید، درحالی‌که پلی‌اتیلن‌گلایکول باعث کاهش سرعت جوانه‌زنی شد. به‌علاوه، هیدروپرایمینگ بذور به مدت ۳۶ساعت باعث افزایش جوانه‌زنی نهایی، طول ریشه‌چه و وزن‌خشک گیاهچه گردید (Moradi Dezfuli *et al.*, 2008). بیشترین سرعت جوانه‌زنی و طول ساقه‌چه از پرایمینگ با پلی‌اتیلن گلایکول پنج‌درصد در مدت زمان هشت‌ساعت پرایمینگ به‌دست آمد که نسبت به زمان ۱۲ساعت پرایمینگ به ترتیب افزایش ۲۰ و ۲۵/۲درصدی را برای این خصوصیات نشان می‌دهد و بیشترین طول ریشه‌چه از پلی‌اتیلن گلایکول پنج‌درصد در مدت زمان چهارساعت پرایمینگ به‌دست آمد (Ramezani & Rezaei Sokht-Abandani, 2013).

با توجه به این‌که عدس معمولاً به‌صورت دیم کشت می‌گردد و در شرایط دیم غالباً امکان فراهم‌شدن رطوبت کافی در مراحل ابتدای رشد و جوانه‌زنی برای استقرار گیاهچه دارای مشکلاتی است، تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر تیمارهای مختلف پرایمینگ و مدت پرایمینگ بر وضعیت جوانه‌زنی و رشد گیاهچه و انتخاب مناسب‌ترین تیمار و مدت پرایمینگ بذور دو ژنوتیپ عدس انجام شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در آزمایشگاه فیزیولوژی تنش‌های محیطی پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد، به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در سال۱۳۹۶ اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل دو ژنوتیپ عدس (رباط و کالپوش)، پرایمینگ در شش سطح [عدم پرایمینگ (شاهد)، اسید جیبرلیک ($C_{19}H_{22}O_6$) با غلظت ۱۰۰میلی‌گرم در لیتر (Azarnia *et al.*, 2015)، محلول آبنوش بذر دایان چهارمیلی‌لیتر در یک لیتر آب (شرکت خوشه پروران زیست‌فناور)، نیترات پتاسیم (KNO_3) با غلظت ۵۰۰میلی‌گرم در لیتر (Eskandari & Alizade Amaraei, 2014)، سولفات روی ($ZnSO_4$) با غلظت ۱۰۰۰میلی‌گرم در لیتر (Abutalebian & Mohagheghi, 2015) و هیدروپرایمینگ (Golzazani *et al.*, 2008)] و مدت پرایمینگ (۷ و ۱۶ساعت) بودند. جهت اجرای آزمایش و اعمال تیمارها، تعداد ۱۰۰عدد بذر به‌صورت تصادفی برای هر تیمار انتخاب و بذور در دمای ۱±۲۰ درجه سانتی‌گراد (Ghasem Golazani & Dalil., 2011) در داخل دستگاه ژرمیناتور مدل گروک و در شرایط تاریکی قرار داده شدند. پس از پایان دوره های پرایمینگ (۷ و ۱۶ساعت) بذور از محلول‌ها خارج و سپس تا خشک‌شدن کامل در محیط آزمایشگاه به مدت ۲۴ساعت قرار داده شدند. در ادامه ابتدا بذور با محلول هیپوکلریت سدیم (NaClO) یک‌درصد به مدت پنج دقیقه ضدعفونی شدند و سپس سه مرتبه با آب‌مقطر شستشو داده شدند. پتری‌ها نیز با محلول هیپوکلریت سدیم پنج درصد ضدعفونی شدند. در مرحله بعد تعداد ۲۵عدد بذر از تیمارهای پرایم‌شده در پتری های شیشه‌ای با قطر ۱۲سانتی‌متر بین دو لایه کاغذ صافی واتمن قرار داده شدند و به هر پتری به‌میزان لازم آب‌مقطر

اضافه شد و جهت جوانه‌زنی به دستگاه ژرمیناتور با تنظیم دمای ۱±۲۰ درجه سانتی‌گراد و محیط تاریک منتقل شدند. ظهور ریشه‌چه به طول دو میلی‌متر به‌عنوان شروع جوانه‌زنی بذر درنظرگرفته شد (AOSA, 2000) و شمارش بذرهای جوانه‌زده به‌صورت روزانه صورت گرفت و در پایان روز چهاردهم پس از شمارش تعداد بذرهای جوانه‌زده، ریشه‌چه و ساقه‌چه از محل اتصال به بذور قطع و شاخص‌هایی مانند درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، بنیه بذر بر مبنای وزن‌خشک گیاهچه و طول گیاهچه، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، طول گیاهچه، وزن‌خشک ریشه‌چه، وزن‌خشک ساقه‌چه و وزن‌خشک گیاهچه اندازه‌گیری شدند. لازم به ذکر است که توزین نمونه‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۰۱ انجام گرفت. همچنین جهت اندازه‌گیری درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، بنیه بذر بر مبنای وزن‌خشک گیاهچه و طول گیاهچه از معادله های ۱ تا ۴ استفاده شد.

معادله(۱) $GP=\sum n/N\times 100$

در این معادله، GP درصد جوانه‌زنی، n تعداد کل بذرهای جوانه‌زده و N تعداد کل بذور می‌باشد (Agraval, 1997).

معادله(۲) $GS=\sum n/D$

در این معادله GS سرعت جوانه‌زنی، n تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر بار شمارش، و D تعداد روز پس از آغاز آزمایش است.

معادله(۳)

قوه نامیه(٪)×وزن‌خشک گیاهچه (گرم) =بنیه بذر بر مبنای وزن‌خشک گیاهچه (بنیه بذر۱) (Abdul-Baki & Anderson., 1973)

معادله(۴)

قوه نامیه(٪)×طول گیاهچه(سانتی‌متر) =بنیه بذر بر مبنای طول گیاهچه (بنیه بذر۲)

داده‌های به‌دست‌آمده توسط نرم‌افزار آماری SAS 9.4 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و برای رسم نمودار از نرم‌افزار Excel 2013 استفاده شد و مقایسۀ میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال پنج‌درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تعداد کل بذور جوانه زده، درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی تحت تأثیر ژنوتیپ، پرایمینگ و اثر متقابل ژنوتیپ در زمان در سطح احتمال یک‌درصد قرار گرفتند (جدول ۱)، به‌طوری‌که در تمامی این سه خصوصیت ژنوتیپ رباط، و تیمار عدم پرایمینگ (شاهد) که با پرایمینگ سولفات روی اختلاف معنی‌داری نداشت، بیشترین مقدار را دارا بودند (جدول ۲ و ۳). ژنوتیپ رباط با ۱۶ساعت پرایمینگ بیشترین تعداد کل بذور جوانه‌زده، درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی را دارا بود، ولی با ژنوتیپ رباط با هفت‌ساعت پرایمینگ تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول۴).

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر ژنوتیپ، پرایمینگ و مدت پرایمینگ بر صفات مورد مطالعه بذر عدس

Table 1. Analysis of variance (mean square) of effect of genotype, priming and priming duration on studied traits of lentil seed

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	تعداد کل بذور جوانه‌زده TNOSG	درصد جوانه‌زنی GP%	سرعت جوانه‌زنی GR	طول ریشه‌چه RL	طول ساقه‌چه SL	طول گیاهچه SEEL
Genotype ژنوتیپ	1	645**	10333**	3.29**	4.48*	5.67**	20.2**
Priming پرایمینگ	5	15.1**	242**	0.07**	2.53**	2.16*	7.71**
Time زمان	1	12.7	204	0.06	1.58	19.1**	31.6**
Priming×Genotype ژنوتیپ×پرایمینگ	5	2.01	32.3	0.01	0.64	1.21	1.50
Time×Genotype ژنوتیپ×زمان	1	27**	433**	0.13**	0.26	0.15	0.82
Time×Priming پرایمینگ×زمان	5	4.73	75.7	0.02	1.10	0.61	2.98
Time×Priming×Genotype ژنوتیپ×پرایمینگ×زمان	5	6.16	98.7	0.03	1.38	0.46	2.65
Error خطا	72	3.64	58.38	0.01	0.73	0.68	2.13
CV(%) ضریب تغییرات (درصد)		9.10	9.10	9.12	16.37	22.62	16.44

*،**: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک‌درصد و پنج‌درصد

TNOSG: تعداد کل بذور جوانه‌زده؛ GP: درصد جوانه‌زنی؛ GR: سرعت جوانه‌زنی؛ RL: طول ریشه چه؛ SL: طول ساقه‌چه؛ SEEL: طول گیاهچه

*, **: Significant at 5% and 1%, respectively

df: degree freedom; TNOSG: Total number of seeds germinated; GP: Germination percentage; GR: Germination rate; RL: Root length; SL: Shoot length; SEEL: Seedling length

نتایج مطالعه روی گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgar*) نشان داد که پرایمینگ، بر سرعت جوانه‌زنی این گیاه اثر منفی دارد (Nazarian *et al*., 2014). در مقابل مطالعه پرایمینگ تغذیه‌ای بذور سویا (*Glycine max*) با سولفات روی، سولفات منگنز و اسید بوریک، بهبود شاخص‌های سبزشدن و افزایش ریزمغذی‌ها در بذر مشاهده گردید (Imran *et al*., 2008). بیان شده است که پرایمینگ بذور عدس با سولفات روی باعث افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی این بذور نسبت به بذرهای شاهد شده است (Aliloo, 2014). افزایش مدت پرایمینگ از ۱۲ساعت به ۲۴ساعت در باریجه (*Ferula gummosa*) اثر معنی‌داری روی درصد و سرعت جوانه‌زنی داشت (Ahmadi *et al*., 2015). مطالعه هیدروپرایمینگ نخود (*Cicer arietinum*) به مدت ۲۴ساعت موجب افزایش سرعت جوانه‌زنی گردید، ولی اختلاف معنی‌داری با زمان ۱۶ساعت نداشت؛ اما با مدت زمان هشت‌ساعت تفاوت معنی‌داری داشت (Ghassemi-Golezani *et al*., 2008). پرایمینگ بذر ذرت ۶۴۰ نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی تحت پرایمینگ با آب خالص و بعد پلی‌اتیلن گلایکول با غلظت‌های ۱۰ و ۵درصد و نیترات پتاسیم با غلظت یک‌درصد حاصل شد (Rezaei *et al*., 2010). با توجه به این‌که ژنوتیپ رباط درصد و سرعت جوانه‌زنی و بنیه و همچنین تعداد کل بذور جوانه‌زدهٔ بیشتری نسبت به ژنوتیپ کالپوش داشت، مشخص می‌شود که این ژنوتیپ از قدرت بیشتری نسبت به ژنوتیپ کالپوش برخوردار بوده و با توجه به این که سرعت جوانه‌زنی بیشتری دارد، بذور این ژنوتیپ می‌توانند از منابع و زمان، بهتر استفاده کنند و فعالیت‌های متابولیکی را به سرعت آغاز کرده و آن‌ها را افزایش دهند و در نهایت، سایر خصوصیات رشدی از جمله طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بیشتری تولید کند.

جدول ۲- اثر پرایمینگ و مدت پرایمینگ بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر دو ژنوتیپ عدس

Table 2. The effect of priming and priming duration on seed germination indexes of two lentil genotype

تیمارها Treatments	تعداد کل بذور جوانه‌زده TNOSG	درصد جوانه‌زنی GP (%)	سرعت جوانه‌زنی GR	طول ریشه‌چه RL(cm)	طول ساقه‌چه SL(cm)	طول گیاهچه SEEL(cm)
رباط Robat	23.5a*	94.3a	1.68a	5.43a	3.90a	9.34a
کالپوش Calposh	18.3b	73.5b	1.31b	5.00b	3.42b	8.42b
7 Hours	21.35a	85.41a	1.52a	5.34a	4.11a	9.46a
16 Hours	20.62a	82.50a	1.47a	5.09a	3.22b	8.31b

*میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر صفت در سطح احتمال پنج‌درصد، اختلاف معنی‌داری ندارند.

TNOSG: تعداد کل بذور جوانه‌زده؛ GP: درصد جوانه‌زنی؛ GR: سرعت جوانه‌زنی؛ RL: طول ریشه‌چه؛ SL: طول ساقه‌چه؛ SEEL: طول گیاهچه

*Means with similar letters in each treatment are not significantly different ($p \leq 0.05$).

TNOSG: Total number of seeds germinated; GP: Germination percentage; GR: Germination rate; RL: Root length; SL: Shoot length, SEEL: Seedling length

نتایج نشان داد که طول ریشه‌چه تحت تأثیر ژنوتیپ و پرایمینگ قرار گرفت (جدول ۱). بهترین ژنوتیپ برای این خصوصیت ژنوتیپ رباط و مناسب‌ترین تیمار پرایمینگ، شاهد (عدم پرایمینگ) بود که با تیمار پرایمینگ سولفات روی اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۲ و ۳). طول ساقه‌چه و گیاهچه تحت تاثیر ژنوتیپ، پرایمینگ و مدت پرایمینگ در سطح احتمال یک‌درصد و پنج‌درصد قرار گرفتند (جدول ۱)، به‌طوری‌که برای هر دو خصوصیت بهترین ژنوتیپ، ژنوتیپ رباط و مناسب‌ترین زمان، هفت‌ساعت پرایمینگ بود (جدول ۲) و برای طول ساقه‌چه بهترین تیمار، عدم پرایمینگ (شاهد) بود که در سطح احتمال پنج‌درصد اختلاف معنی‌داری با پرایمینگ‌های اسید جیبرلیک، نیترات پتاسیم و سولفات روی نداشت (جدول ۳). مطالعه خصوصیات جوانه‌زنی بذور عدس تحت تنش شوری صورت نشان داد که بیشترین طول ساقه‌چه (یک سانتی‌متر) از ژنوتیپ رباط حاصل شده است که افزایش ۴۰درصدی را نسبت به رقم کیمیا نشان می‌دهد (Aghah & Nabavi Kalat, 2013). بیشترین طول گیاهچه در تیمار پرایمینگ شاهد (عدم پرایمینگ) مشاهده شد که با پرایمینگ سولفات روی اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

بررسی تیمارهای مختلف پرایمینگ در برنج (*Oryza sativa*) نشان داد که مدت زمان پنج‌ساعت پرایمینگ باعث افزایش طول ساقه‌چه شد و بیشترین طول ریشه‌چه از تیمار پرایمینگ با پلی‌اتیلن گلایکول در غلظت پنج‌درصد به‌دست آمد (Ramezani & Sokht Abandani, 2011). مطالعه اسپرس (*Onobrychis sativa* L.) حاکی از افزایش طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه در تیمار پرایمینگ به‌مدت شش‌ساعت بود (Ramezani & Sokht Abandani, 2013).

بررسی وزن‌خشک ریشه‌چه نشان داد که این ویژگی تنها تحت تأثیر ژنوتیپ و مدت پرایمینگ در سطح احتمال یک‌درصد قرار گرفت (جدول ۵)، به‌طوری‌که ژنوتیپ کالپوش و مدت پرایمینگ هفت‌ساعت بیشترین وزن ریشه را تولید کردند (جدول ۶).

جدول ۳- اثر پرایمینگ بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر دو ژنوتیپ عدس

Table 3. The effect of priming on germination indexes of two lentil genotype

ترکیبات Compounds	تعداد کل بذور جوانه‌زده TNOSG	درصد جوانه‌زنی GP (%)	سرعت جوانه‌زنی GR	طول ریشه‌چه RL (cm)	طول ساقه‌چه SL (cm)	طول گیاهچه SEEL (cm)
Gibberellic acid اسید جیبرلیک	19.81[c*]	79.25[c]	1.41[c]	4.85[c]	3.89[ab]	8.74b[c]
Dayan seed solution محلول بذر دایان	20.50[c]	82.00[c]	1.46[c]	4.92[bc]	3.18[c]	8.11[c]
Zinc sulfate سولفات روی	21.87[ab]	87.50[ab]	1.56[ab]	5.47[ab]	3.96[a]	9.44[ab]
Potassium nitrate نیترات پتاسیم	20.56[bc]	82.25[bc]	1.48[bc]	4.99[bc]	3.51[a-c]	8.50[bc]
Hydroperiming هیدروپرایمینگ	20.75[bc]	83.00[bc]	1.48[bc]	5.17[bc]	3.34[bc]	8.52[bc]
control شاهد	22.43[a]	89.75[a]	1.60[a]	5.89[a]	4.09[a]	9.98[a]

*میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر صفت در سطح احتمال پنج‌درصد، اختلاف معنی‌داری ندارند.

TNOSG: تعداد کل بذور جوانه‌زده؛ GP: درصد جوانه‌زنی؛ GR: سرعت جوانه‌زنی؛ RL: طول ریشه‌چه؛ SL: طول ساقه‌چه؛ SEEL: طول گیاهچه

*Means with similar letters in each treatment are not significantly different (p≤0.05).

TNOSG: Total number of seeds germinated; GP: Germination percentage; GR: Germination rate; RL: Root length; SL: Shoot length, SEEL: Seedling length

جدول ۴- اثر ژنوتیپ و پرایمینگ بر تعداد بذور جوانه‌زده، درصد و سرعت جوانه‌زنی بذردو ژنوتیپ عدس

Table 4. The effect of genotype and priming on the number of germinated seeds, percentage and rate of germination of two lentil genotypes

تیمارها Treatments	تعداد بذور جوانه‌زده Number of seeds germinated	درصد جوانه‌زنی Germination (%)	سرعت جوانه‌زنی Germination rate
Genotype Rabat 7 hours priming ژنوتیپ رباط ۷ساعت پرایمینگ	23.41[a*]	93.66[a]	1.67[a]
Genotype Rabat 16 hours priming ژنوتیپ رباط ۱۶ساعت پرایمینگ	23.75[a]	95.00[a]	1.69[a]
Genotype Calposh 7 hours priming ژنوتیپ کالپوش ۷ساعت پرایمینگ	19.29[b]	77.16[b]	1.37[b]
Genotype Calposh 16 hours priming ژنوتیپ کالپوش ۱۶ساعت پرایمینگ	17.50[c]	70.00[c]	1.24[c]

*میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر صفت در سطح احتمال پنج‌درصد، اختلاف معنی‌داری ندارند.

*Means with similar letters in each treatment are not significantly different (p≤0.05).

وزن‌خشک ساقه‌چه تنها تحت تأثیر مدت پرایمینگ در سطح احتمال یک‌درصد قرار گرفت (جدول ۵) و بیشترین وزن ساقه‌چه در تیمار هفت‌ساعت پرایمینگ تولید شد (جدول ۶). وزن‌خشک گیاهچه تحت تأثیر ژنوتیپ و پرایمینگ در سطح احتمال یک‌درصد قرار گرفت (جدول ۵). بهترین ژنوتیپ برای این خصوصیت ژنوتیپ کالپوش و بهینه‌ترین زمان، هفت‌ساعت پرایمینگ بود (جدول ۶). بیشترین وزن‌خشک گیاهچه عدس تحت تنش شوری از هیدروپرایمینگ این بذور و تحت تنش خشکی از پرایمینگ با نیترات پتاسیم به‌دست آمده است که نسبت به هیدروپرایمینگ این بذور افزایش ۵/۶درصد را تحت تنش خشکی نشان می‌دهد (Eskandari & Alizadeh-Amraie, 2014).

گزارش شده است که هیدروپرایمینگ به مدت ۱۲ساعت باعث افزایش وزن‌خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در گیاه گندم (*Triticum aestivum* L.) شد (Shafiei Abnavi & Ghobadi, 2012). پرایمینگ با سولفات روی باعث افزایش معنی‌دار وزن‌خشک ساقه‌چه باریجه شد (Ahmadi *et al.*, 2015). تأثیر مدت پرایمینگ بر جوانه‌زنی در گونه‌های مختلف گیاهی متفاوت است. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که احتمالاً برای بذور عدس مدت کمتر پرایمینگ (هفت‌ساعت) مناسب باشد. دلیل این امر ممکن است پروتئینی‌بودن بذر این گیاه و درنتیجه سرعت جذب آب بالاتر آن باشد و زمان بیشتر باعث آسیب به بذر خواهد شد. مطالعه درصد جوانه‌زنی بذور گندم نشان داد که مدت کم پرایمینگ تأثیر بهتری بر این ویژگی دارد، اما افزایش طول دورهٔ پرایمینگ تا ۱۲ساعت باعث کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی شد (Giri & Schillinger, 2003). پرایمینگ بذر برنج نشان داد که بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی به‌ترتیب برای تیمارهای با زمان شش‌ساعت (۱۰۰درصد) و زمان ۱۸ساعت (۹۲درصد) حاصل شد (Rezaei & Ramezani, 2011). همچنین بررسی‌ها نشان داد که بهترین مدت برای هیدروپرایمینگ بذور تاج خروس (*Amaranthus cruentus* L.) دوساعت بود که باعث کاهش مدت لازم تا ۵۰درصد جوانه‌زنی و سبزشدن و افزایش درصد جوانه‌زنی شده است (Musa *et al.*, 2014). مطالعه سه رقم فلفل (*Capsicum annuum* L.) نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی برای رقم Beldi با پرایمینگ پتاسیم کلرید در غلظت ۱۰میلی‌مولار و مدت ۳۶ساعت، برای رقم Baklouti با پرایمینگ کلسیم کلرید با غلظت ۱۰میلی‌مولار و مدت ۳۶ساعت و برای رقم Anaheim Chili با پرایمینگ سدیم کلرید با غلظت ۵۰میلی‌مولار و مدت ۲۴ساعت حاصل شد (Aloui *et al.*, 2014).

جدول ۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر ژنوتیپ، پرایمینگ و مدت پرایمینگ بر صفات گیاهچه عدس

Table 5. Analysis of variance (mean square) of effect of genotype, priming and priming duration on studied traits of lentil seedlings

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	وزن‌خشک ریشه‌چه RDW	وزن‌خشک ساقه‌چه SDW	وزن‌خشک گیاهچه SEEDW	بنیه بذر۱ SV1	بنیه بذر۲ SV2
Genotype ژنوتیپ	1	7.32**	1.01	13.76**	168421**	1579014**
Priming پرایمینگ	5	0.64	0.89	2.23	59246**	136366**
Time زمان	1	27.2**	9.99**	70.09**	666500**	350175**
Priming×Genotype ژنوتیپ×پرایمینگ	5	1.07	0.78	2.86	22338	13822
Time×Genotype ژنوتیپ×زمان	1	0.02	0.95	1.27	32156	43861
Time×Priming پرایمینگ×زمان	5	0.94	0.34	1.87	23422	48476*
Time×Priming×Genotype ژنوتیپ × پرایمینگ× زمان	5	0.32	0.36	1.01	11957	36095
Error خطا	72	0.72	0.38	1.71	11522	15796
CV(%) ضریب تغییرات (درصد)		20.07	20.48	18.05	17.69	16.70

*،**: به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک‌درصد و پنج‌درصد

RDW: وزن‌خشک ریشه‌چه؛ SDW: وزن‌خشک ساقه‌چه؛ SEEDW: وزن‌خشک گیاهچه؛ SV1: بنیه بذر۱ (بنیه بذر بر مبنای وزن‌خشک گیاهچه)؛ SV2: بنیه بذر۲ (بنیه بذر بر مبنای طول گیاهچه)

*, **: Significant at 5% and 1%, respectively.

RDW: Root dry weight; SDW: Shoot dry weight; SEEDM: Seedling dry weight; SV1: Seed vigor1 (Seed vigor based on seedling dry weight); SV2: Seed vigor2 (seed vigor based on seedling seed length)

جدول ۶- تأثیر پرایمینگ و مدت آن بر وزن‌خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه، گیاهچه و بنیه بذر۱ و ۲ دو ژنوتیپ عدس

Table 6. The effect of priming and priming duration on root, stem and seedling dry weight and seed vigor 1 and 2 of two lentil genotype

تیمارها Treatments	وزن‌خشک ریشه‌چه RDW (mg)	وزن‌خشک ساقه‌چه SDW (mg)	وزن‌خشک گیاهچه SEEDW (mg)	بنیه بذر۱ SV1	بنیه بذر۲ SV2
Robat رباط	3.95[b]	2.92[a]	6.88[b]	648[a]	880[a]
Calposh کالپوش	4.51[a]	3.12[a]	7.63[a]	564[b]	624[b]
7 Hours	4.76[a]	3.34[a]	8.11[a]	689[a]	812[a]
16 Hours	3.70[b]	2.70[b]	6.40[b]	523[b]	691[b]

*میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر صفت، در سطح احتمال پنج‌درصد، اختلاف معنی‌داری ندارند.

RDW: وزن‌خشک ریشه‌چه؛ SDW: وزن‌خشک ساقه‌چه؛ SEEDW:وزن‌خشک گیاهچه؛ SV1: بنیه بذر۱ (بنیه بذر بر مبنای وزن‌خشک گیاهچه)؛ SV2: بنیه بذر۲ (بنیه بذر بر مبنای طول گیاهچه)

*Means with similar letters in each treatment are not significantly different (p≤0.05).

RDW: Root dry weight; SDW: Shoot dry weight; SEEDW: Seedling dry weight; SV1: Seed vigor1 (Seed vigor based on seedling dry weight); SV2: Seed vigor2 (Seed vigor based on seedling length)

شاخص‌های بنیه بذر در مقایسه با وزن یا طول گیاهچه به دلیل این‌که اطلاعات جامع‌تری در ارتباط با وضعیت بذر در اختیار قرار می‌دهند، دارای ارزش بیشتری در مطالعه جوانه‌زنی هستند. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که بنیه بذر بر مبنای وزن‌خشک گیاهچه تحت تأثیر ژنوتیپ، پرایمینگ و مدت آن در سطح احتمال یک‌درصد قرار گرفت و بنیه بذر بر مبنای طول گیاهچه تحت تأثیر ژنوتیپ، پرایمینگ، مدت پرایمینگ و برهمکنش پرایمینگ در مدت آن و در سطح احتمال پنج‌درصد قرار گرفت (جدول ۵). ژنوتیپ رباط و مدت هفت‌ساعت بیشترین بنیه بذر۱ و ۲ را داشتند و تیمار شاهد (عدم پرایمینگ) نیز از این نظر برترین بود، اگرچه با پرایمینگ سولفات روی تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۶ و ۷).

برهمکنش پرایمینگ در مدت آن تأثیر معنی‌داری بر شاخص بنیه بذر بر مبنای گیاهچه داشت و تیمار شاهد (عدم پرایمینگ) و مدت هفت‌ساعت برتری نشان داد (شکل ۱). با توجه به این‌که این دو شاخص از حاصل‌ضرب درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه و وزن‌خشک گیاهچه حاصل می‌شوند و ژنوتیپ رباط، هم درصد جوانه‌زنی و هم وزن‌خشک گیاهچه و طول گیاهچه‌ی بیشتری داشت، لذا در این دو شاخص نیز برتری خود را حفظ کرد. مطالعات نشان داده است که بیشترین بنیه بذر بر مبنای وزن‌خشک گیاهچه و طول گیاهچه بذرهای اسپرس، در پرایمینگ با محلول پلی‌اتیلن‌گلایکول و کلرید پتاسیم با غلظت پنج‌درصد به‌دست آمده است (Ramezani & Sokht Abandani, 2013). در بررسی اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر بذرهای اسپرس و یونجه (*Medicago sativa*) گزارش شده است که بیشترین شاخص بنیه بذر با تیمار بدون پرایمینگ در یونجه و کمترین شاخص بنیه بذر برای تیمار کلرید کلسیم با غلظت سه‌درصد برای گیاه اسپرس حاصل شده است (Farhangian & Jafary, 2009). گزارش شده است که قدرت بذور عدس تحت پرایمینگ با اسید جیبرلیک باعث افزایش ۵۶/۹درصدی این خصوصیت نسبت به بذرهای شاهد شده است (Azarnia *et al*., 2015).

جدول ۷- اثر پرایمینگ بر وزن‌خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه، گیاهچه و بنیه بذر۱ و ۲ دو ژنوتیپ عدس

Table 7. The effect of priming on root, soot, and seedling dry weight and seed vigor1 and 2 of two lentil genotype

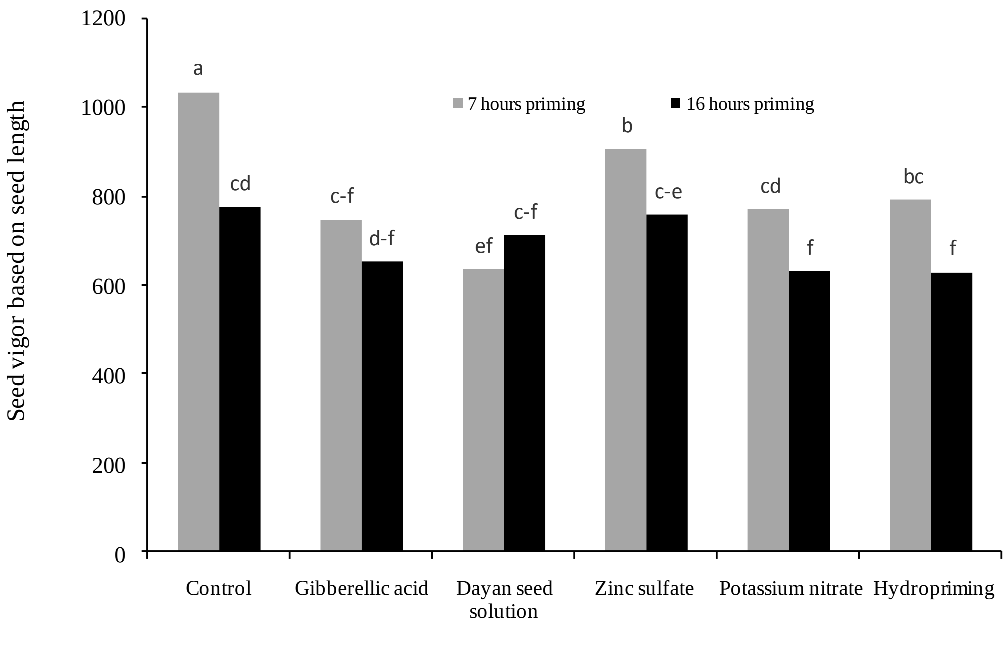
ترکیبات **Compounds**	وزن‌خشک ریشه‌چه **RDW (mg)**	وزن‌خشک ساقه‌چه **SDW (mg)**	وزن‌خشک گیاهچه **SEEDW (mg)**	بنیه بذر۱ **SV1**	بنیه بذر۲ **SV2**
Gibberellic acid جیبرلیک اسید	4.16[a*]	2.59[a]	6.76[a]	530[c]	699[b]
Dayan seed solution محلول بذر دایان	3.95[a]	3.04[a]	6.99[a]	571[c]	672[b]
Zinc sulfate سولفات روی	4.44a	3.09[a]	7.53[a]	655[ab]	830[a]
Potassium nitrate نیترات پتاسیم	4.08[a]	3.03[a]	7.12[a]	580[bc]	699[b]
Hydroperiming هیدروپرایمینگ	4.30[a]	3.05[a]	7.36[a]	602[bc]	709[b]
control شاهد	4.45[a]	3.32[a]	7.78[a]	698[a]	903[a]

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر صفت در سطح احتمال پنج‌درصد، اختلاف معنی‌داری ندارند.

RDW: وزن‌خشک ریشه‌چه؛ SDW: وزن‌خشک ساقه‌چه؛ SEEDW: وزن‌خشک گیاهچه؛ SV1: بنیه بذر۱ (بنیه بذر بر مبنای وزن‌خشک گیاهچه)؛ SV2: بنیه بذر۲ (بنیه بذر بر مبنای طول گیاهچه)

*Means with similar letters in each treatment are not significantly different (p≤0.05).

RDW: Root dry matter; SDW: Shoot dry matter; SEEDM: Seedling dry weight; SV1: Seed vigor1 (Seed vigor based on seedling dry weight); SV2: Seed vigor2 (Seed vigor based on seedling seed length)



شکل ۱- تأثیر سطوح مختلف پرایمینگ و مدت آن بر بنیه بذر۱ (بر مبنای طول گیاهچه) در گیاهچه عدس

Fig. 1. Effect of different levels of priming and it's duration on seed vigor1 (based on seed length) in lentil seedlings

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که ژنوتیپ رباط از نظر بنیه بذر و سایر خصوصیات جوانه‌زنی نسبت به ژنوتیپ کالپوش برتری دارد که می‌توان برای کشت از این ژنوتیپ بهره برد. پرایمینگ با سولفات روی بعد از تیمار شاهد دارای بیشترین سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی و بنیه بذر بر مبنای طول گیاهچه بود. به‌طورکلی بر اساس نتایج این مطالعه، بذور این دو ژنوتیپ عدس واکنش مثبت قابل‌توجهی از نظر ویژگی‌های جوانه‌زنی به پرایمینگ با اسید جیبرلیک، نیترات پتاسیم، سولفات‌روی، محلول آبنوش بذر دایان و هیدروپرایمینگ نشان نمی‌دهند. به‌نظر می‌رسد مطالعات تکمیلی در رابطه با سایر ترکیبات برای بهبود جوانه‌زنی ضروری باشد.

منابع

1. Abdul-Baki, A.A., and Anderson, J.D. 1973. Vigor determination in soybean by multiple criteria. Crop Science 13: 630-633.
2. Abu Taliban, M.A., and Mohagheghi, A. 2015. Effect of different seed priming treatments on yield and yield components of lentil under drought stress conditions. Journal of Crop Production and Processing 5(15): 129-140.
3. Aghah, F., and Nabavi Kalat, M. 2013. Study of seed priming in improvement of lentil seed germination indices under salinity stress. Journal of Science and Technology of Seeds 3(2): 53-61. (In Persian).
4. Agrawal, R.L. 1997. Seed Technology. Oxford and IBH Publishing Co, PUT.LTD, New Delhi. p. 552.
5. Ahmadi, K., Parsa, S., Mahmoudi, S., and Ghazanchian, Gh. 2015. Effect of nutritional priming on germination and seedling growth of *Ferula gummosa* Boiss. Journal of Seed Ecophysiology 1(2): 137-151. (In Persian with English Summary).
6. Aliloo, A.A. 2014. Effects of priming with micronutrients on seed reserve mobilization of lentil at different temperatures. Agroecology Journal 10(3): 85-94. (In Persian with English Summary).
7. Aloui, H., Souguir, M., and Cherif, H. 2014. Determination of an optimal priming duration and concentration protocol for pepper seeds *(Capsicum annuum* L.*)*. Acta Agriculture Slovenica 103(2): 213-221.
8. Asgarian, M. 1998. Morphology, Agronomy of Lentil. Seed and Plant Improvement Institute of Karaj. Legumes Part. Karaj. (In Persian).
9. Ashraf, M., and Foolad, M.R. 2005. Pre-sowing seed treatment a shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions. Advances in Agronomy 88: 223-271.
10. Association of Official Seed Analysts (AOSA). 2000. Rules for Testing Seeds.
11. Azarnia, M., Biabany, A., Esvand, H. R., and Gholam Ali Pour Alamdari, A. 2015. Study of the effect of mycorrhizal inoculation and seed priming on some root and aerial parts of lentil. Journal of Plant Production Research 22(3): 53-27. (In Persian).
12. Berchie, J.N., Adu-Dapaah, H., and Sarkodie-Addo, J. 2010. Effect of seed priming on seedling emergence and establishment of four bambara groundnut (*Vigna subterranea* L. Verdc.) landraces. Journal of Agronomy 9(4): 180-183.
13. Eskandari, H., and Alizadeh-amraie, A. 2014. Improvement of lentil germination performance under salt and drought conditions using seed priming treatments. Seed Science and Technology 1(42): 87-91.
14. FAO. 2013. FAO Year Book. FAO Publication. (http//:www.Faostat.Fao.org.site).
15. Farhangian Kashani, S., and Jafari, A. 2009. Study of salinity effects on germination characteristics in sainfoin and alfalfa species. Pasture Magazine 1(3): 491-507. (In Persian with English Summary).
16. Farooq, M,. Basra, S.M.A., Warraich, E.A., and Khaliq, A. 2006. Optimization of hydropriming technigues for rice seed invigoration. Seed Science and Technology 34: 529-534.
17. Ghassemi-Golezani, K., Aliloo, A.A., Valizadeh, M., and Moghaddam, M. 2008. Effects of different priming techniques on seed invigoration and seedling establishment of lentil *(Lens culinaris* Medik*)*. Journal of Food, Agriculture and Environment 6(2): 222-226.
18. Ghassemi-Golezani, K., Sheikhzade-Mosaddegh, P., and Valizadeh, M. 2008. Effect of hydropriming duration and limited irrigation on field performance of chickpea. Research Journal of Seed Science 1(1): 34-40.
19. Giri, G.S., and Schillinger, W.F. 2003. Seed priming winter wheat for germination, emergence and yield. Crop Science 43: 2135-2141.
20. Golazani, G.H., and Dalil, B. 2011. Germination and Seed Vigor Tests. Publications University of Mashhad. 104 p. (In Persian).
21. Grusak, M.A. 2009. Nutritional and health-benecial quality. In: W. Erskine, F.J. Muehlbauer, A. Sarker & B. Sharma (Eds). The Lentil: Botany, Production and Uses. Wallingford: CABI, 368-390.
22. https://www.khpggroup.com
23. Imran, M., Neuman, G., and Rombeld, V. 2008. Nutrient seed priming improves germination rate and seedling growth under subemergence stress at low temperature. Competition for Resources in a Changing World: New Drive for Rural Development. University of Hohenheim.
24. Kader, M.A., and Jutzi, S.C. 2004. Effect of thermal and salt treatments during imbibition on germination and seedling growth of sorghum at 42/19ºC. Journal of Agronomy and Crop Science 190: 35-38.
25. Majnoon Hosseini, N. 1994. Legumes in Iran. Tehran University Jahad. p. 284. (In Persian).

26. McDonald, M.B. 1999. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. Seed Science and Technology 27: 177-237.
27. Moradi Dezfuli, P., Sharif-Zadeh, F., and Janmohammadi, M. 2008. Influence of priming techniques on seed germination behavior of Maize inbred lines *(Zea mays* L.*)*. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science 3(3): 233-271.
28. Mubshar, H., Farooq, M., Shahzad, M., Barsa. A., and Ahmad, N. 2006. Influence of seed priming techniques on the seedling establishment, yield and quality of hybrid sunflower. International Journal of Agricultural and Biology 8: 14-18.
29. Musa, M., Singh, A., and Lawal, A.A. 2014. Influence of priming duration on the performance of Amaranthus (*Amaranthus cruentus* L.) in Sokoto Semiarid zone of Nigeria. International Journal of Agronomy p. 1-4.
30. Nazarian, S., Bakhtiari, S., and Majidzadeh Heravi, R. 2014. Investigating the effect of seed priming under salinity stress on germination and vegetative growth of fennel seedlings (*Foeniculum vulgar*). Journal of Seed Research 4(4): 27-37. (In Persian).
31. Pakbaz, N., Barary, M., Ashraf Mehrabi, A., and Hatami, A. 2014. Effect of seed priming on growth and yield of lentil (*Lens culinaris* Medik) genotypes under rainfed and supplemental irrigation conditions. International Journal of Biosciences 5(9): 131-139.
32. Ramezani, M., and Rezaei Sokht Abandani, R .2013. The effect of priming and its time on quality properties of seed germination with seedling and seedling saints (*Eski*) under laboratory conditions. Agricultural Crops Management 15(2): 1-15. (In Persian with English Summary).
33. Ramezani, M., and Rezaei Sokht Abandani, R. 2011. Effect of seed treatment and its duration on germination and seedling growth of rice (*Oryza sativa*) by Tarom Dilmani. Journal of Life Sciences of Lahijan Unit 5(4): 97-107. (In Persian with English Summary).
34. Ramezani, M., and Rezaei Sokht-Abandani, R. 2013. Effects of osmopriming on lentil seed germination components in arid areas. Technical Journal of Engineering and Applied Sciences 3(17): 2002-2006.
35. Rezaei Sokht Abandani, R., and Ramezani. M. 2011. Effect of time and concentration of priming solutions on germination traits of rice seed (*Oryza sativa* L.) Neda cultivar. Abstract Collection of Articles; second seminar on Science and Technology of Seed of Mashhad Azad University. p. 18. (In Persian).
36. Rezaei Sokht Abandani, R., Mohseni, A., and Ramezani, M. 2010. Effect of priming on seed germination traits of maize 604. Journal of New Agricultural Findings 1(4): 49-61. (In Persian with English Summary).
37. Shafiei Abnavi, M., and Ghobadi, M. 2012. The effects of source of priming and post-priming storage duration on seed germination and seedling growth characteristics in wheat *(Triticum aestivem* L.*)*. Journal of Agricultural Science 9(4): 256-268.
38. Soughir, M., Elouaer, M.A., and Hannachi, C. 2013. The effect of NaCl priming on emergence, growth and yield of fenugreek under saline conditions. Cercetari Agronomice in Moldova 46(2): 73-83.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 11, No. 1, 2020, p. 176-186 (Research Article)

Evaluation the effect of priming and its duration on germination characteristics of two lentil genotypes (*Lens culinaris* Medic.) under laboratory conditions

Azari[1], S.J., Parsa[2]*, M., Nezami[3], A., Tavakol Afshari[4], V. & Nabati[5], J.

1. MSc. Student of Agrotechnology, Faculty of Agriculture Ferdowsi University of Mashhad; sjamnt@gmail.com
2. Contribution from Department Agrotechnology, Faculty of Agriculture, & Legumes Department, Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
3. Contribution from Department Agrotechnology, Faculty of Agriculture, & Legumes Department, Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad; nezami@um.ac.ir
4. Contribution from Department Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad; tavakolafshari@um.ac.ir
5. Contribution from Legumes Department, Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad; nabati@um.ac.ir

Received: 9 September 2018
Accepted: 19 November 2018

DOI: 10.22067/ijpr.v11i1.72920

Introduction

Lentil (*Lens culinaris* Medic.) as one of the oldest sources of human nutrition is of particular importance among beans due to the ease of digestion and high protein content. Priming method refers to a number of different seed characteristics improvements. In these methods, seeds are allowed to absorb some water so that the early stages of germination are performed, but the root can not grow. Due to the fact that lentil is usually cultivated in rain-fed areas and under dry conditions, it is often possible to provide sufficient moisture in the early stages of growth and germination for planting, in the early stage of growth and germination. Research results indicate that seed germination can be achieved through rapid germination, uniform appearance and strong establishment of the plant. One of the most important germination seed germination treatments is priming. Priming refers to a number of different seed improvement methods, in which all controlled seeding is applied. In priming, seeds are allowed to absorb some water so that the early stages of germination are performed, but the root can not be removed. In other words, the seeds go up to the second stage, but they do not enter the third stage. After priming treatments, the seeds are dried and cultivated as untreated seeds. Hydro priming is the simplest method for increasing the rate and percentage of germination and uniformity of deposition under stress conditions, especially in arid regions. In the experiment, which was performed on seed maize (*Zea mays*), it was observed that seed priming increased germination speed while the polyethylene glycol reduced the germination rate. In addition, hydro priming of seeds for 36 hours increased germination, root germination and seedling dry weight. The aim of this study was to investigate the effect of different priming treatments and the duration of priming on seed germination and growth seedling growth and selection of the most suitable treatment of two lentil genotypes.

Materials & Methods

This study was carried out in Ferdowsi University of Mashhad, Iran, as a factorial experiment based on completely randomized design with four replications in 2017. The treatments consisted of two lentil genotypes (Rabat and Kalposhch), six priming levels (non-priming (control), gibberellic acid ($C_{19}H_{22}O_6$) 100 $mg.l^{-1}$, Dayan seedlings solution 4 $ml.l^{-1}$, potassium nitrate (KNO_3) 500 $mg.l^{-1}$, zinc sulfate ($ZnSO_4$) 1000 $mg.l^{-1}$ and hydro priming and priming duration (7 and 16 hours). After priming seeds were removed from the solutions and then placed in a laboratory for 24 hours until complete drying. Seeds were then disinfected 1% NaCl solution (NaClO) for five minutes and then washed three times with distilled water. Petri were also disinfected with 5% sodium hypochlorite solution. In the next step, 25 seeds were prepared from 12 cm diameter primer treatments between two layers of Watman filter paper and each petri was added to the required amount of distilled water. To germinate to a germinator by setting a temperature of ± 20° Celsius

*Corresponding Author: parsa@um.ac.ir

and the dark environment. The emergence of two-millimeter radicle length was considered as the beginning of seed germination and number of germinated seeds was daily recorded. At the end of 14th day, number of germinated seeds, seedling dry weight and length, root and shoot length and root and shoot dry weight were measured and germination indexes, such as germination percentage, germination rate and seed vigor were calculated**.**

Results & Discussion

Results indicated that total number of germinated seeds, germination percentage and germination rate were significantly affected by genotype, priming component and interaction of genotype and priming duration. Robat genotype at 16 hours of priming had the highest number of germinated seeds, germination percentage and germination rate, but in Robat genotype with seven hours of priming, there was no significant difference observed. Root length was significantly affected by genotype and priming components. The best genotype for this characteristic was Robat and the most suitable priming treatment was control (non-priming). There were no statistically significant differences with zinc sulfate. The length of stems and seedling were affected by genotype, priming components and priming durations. For both characteristics, the best genotype, Rabat and the most suitable time, seven hours priming and for stem length, non-priming (control) was the best treatment, but there were no statistically significant differences with gibberellic acid, potassium nitrate and zinc sulfate.

Conclusion

Results of this study showed that Robat genotype has superior characteristics than Kalpush genotype, which can be used for cultivation. Generally, according to the results of this study, seed germination characteristics of these two lentil genotypes were positively affected priming treatments of gibberellic acid, potassium nitrate, zinc sulfate, Dayan solution and hydro priming. It seems that complementary studies on other compounds are needed to find suitable treatments for germination improvement.

Keywords: Hydro priming, Plant proteins, Pulses, Seed vigor